

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zkoušení spínacích přístrojů
Testing of Switch Apparatus

Zadání bakalářské práce

Student:

Martin Staněk

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907R001 Elektroenergetika

Téma:

Zkoušení spínacích přístrojů
Testing of Swith Apparatus

Zásady pro vypracování:

1. Rozeberte problematiku zkoušení spínacích přístrojů.
2. Definujte provedení zkušebních metod a postupů v provozní praxi.
3. Rozeberte volbu parametrů pro sledování spolehlivosti spínacích přístrojů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

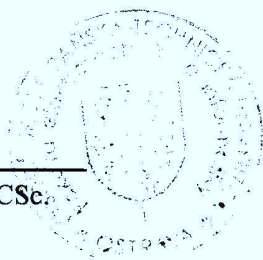
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Hytka, CSc.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně.
Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 24.7.2012

SA
.....
Martin Staněk

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňku Hytkovi, CsC. za odborné vedení
a cenné připomínky při zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Tématem bakalářské práce jsou zkoušky spínacích přístrojů a rozbor parametrů ovlivňující jejich spolehlivost. V první kapitole popisují samotné rozdělení spínacích přístrojů spolu s jejich funkčními stavy. Druhá kapitola se zabývá zákony, nařízeními a normami, které ovlivňují samotné zkoušky. Třetí kapitola obsahuje druhy zkoušek, jejich dělení a nároky na některé typy zkoušek. Ve čtvrté kapitole popisují parametry, které ovlivňují spolehlivost a jsou tedy ukazatelem kvality, funkčnosti a bezpečnosti spínacích přístrojů.

Klíčová slova

Zkouška, spolehlivost, ČSN, spínací přístroj, protokol o typové zkoušce

Abstract

The theme of bachelor thesis are tests of switch apparatus and parameters analyses affected their reliability. The first chapter describes division of the switch apparatus with their functional states. The second chapter concern with laws, regulations and standards that also affected the tests of switch apparatus. The third chapter contains the types of tests, division of the tests and demands an some of the tests of switch apparatus. The fourth chapter describes parameters that affect reliability of the switch apparatus and therefore they are the indicator of quality, functionality and safety of switch apparatus.

Key words

Test, reliability, Czech Technical Standard, switch apparatus, type test report

Seznam použitých symbolů a zkratek

Symbol	Název	Jednotka
F	Síla	[N]
f	Frekvence	[Hz]
I	Elektrický proud	[A]
I _N	Jmenovitý elektrický proud	[A]
l	Délka	[m]
m	Hmotnost	[kg]
P	Činný elektrický výkon	[W]
p	Tlak	[Pa]
S	Obsah	[m ²]
SF ₆	Hexafluorid síry	
T	Teplota	[K]
t	Čas	[s]
t _c	Doba čela	[s]
t _p	Doba půltýlu	[s]
U	Elektrické napětí	[V]
U _K	Napětí nakrátko	[V]
U _S	Napětí svorkové	[V]

Zkratka	Význam
apod.	A podobně
atd.	A tak dál
CCZ	Česká značka shody
CE	Grafické vyjádření ES prohlášení o shodě
č.	Číslo
ČR	Česká Republika
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
ES	Evropské společenství
EU	Evropská Unie
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IP	Ochrana krytím elektrických zařízení
max.	Maximum
NN	Nízké napětí
obr.	Obrázek
RAPEX	Evropský informační systém
Sb.	Sbírka
ss	stejnoseměrné
tab.	Tabulka
ÚMNZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
VN	Vysoké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí

Obsah

Úvod.....	8
1 Obecně o spínacích přístrojích.....	9
1.1 Rozdělení spínacích přístrojů podle napětí.....	9
1.2 Definice spínacího přístroje a jeho funkčních stavů.....	9
1.3 Označení spínacího přístroje jeho jmenovitými hodnotami	10
2 Požadavky na spínací přístroje z pohledu zákona při uvádění na trh.....	11
2.1 Spínací přístroj jako výrobek	11
2.2 Technické požadavky na výrobky	11
2.2.1 České technické normy a jejich postavení při posuzování shody.....	12
2.2.1.1 Normy harmonizované a určené.....	12
2.2.1.2 Právní význam a postavení Českých technických norem.....	13
2.3 Definice stanoveného výrobku	13
2.3.1 Posouzení shody	13
2.3.1.1 Označení CE.....	13
2.3.1.2 Postup posuzování shody na území České Republiky.....	14
2.3.2 Povinnosti výrobce z ČR nebo z EU – grafické vyjádření	15
2.3.3 Povinnost výrobce mimo ČR nebo EU – grafické vyjádření	16
3 Zkoušky spínacích přístrojů.....	17
3.1 Účel zkoušek spínacích přístrojů a jejich rozdělení podle zaměření.....	17
3.2 Všeobecný přehled zkoušek spínacích přístrojů NN, VN, VVN	17
3.3 Typové zkoušky u výrobce, jejich význam, protokol o zkoušce.....	18
3.3.1 Protokol o typové zkoušce.....	18
3.3.2 Požadavky na výrobky, které nejsou obsaženy v normách jednotlivých zařízení.....	19
3.3.3 Přehled zvláště typových zkoušek spínacích zařízení NN, VN, VVN	20
3.3.3.1 Zkoušky NN	20
3.3.3.2 Zkoušky VN	20
3.3.3.3 Zkoušky VVN	21
3.4 Přehled některých vybraných zkoušek, metody, postupy.....	22
3.4.1 Zkoušky vypínací schopnosti NN, VN, VVN	22
3.4.2 Zkoušky napětím VN, VVN.....	23
3.4.2.1 Zkoušky rázovou vlnou atmosférického přepětí	23
3.4.2.2 Zkoušky rázovou vlnou spínacího přepětí.....	24
3.4.2.3 Zkouška střídavým napětím	25
3.4.3 Zkoušky krytí IP	25
3.4.3.1 Charakteristické číslice kódu IP a doplňková písmena	27
3.4.3.2 Příklad užití IP kódu	27

3.4.3.3	Požadavky pro splnění zkoušek krytí, možné metody	28
3.4.3.3.1	Požadavky pro splnění – první charakteristická číslice.....	28
3.4.3.3.1.1	Podmínky zkoušek pro stupeň ochrany, zkušební prostředky.....	28
3.4.3.3.2	Požadavky pro splnění – druhá charakteristická číslice	29
3.4.3.3.2.1	Podmínky zkoušek pro stupeň ochrany, zkušební prostředky.....	29
3.4.3.4	Normalizované rozměry zkušebních sond, tyčí, ukázka zkušebních zařízení.....	30
3.4.3.4.1	Článekový zkušební normalizovaný prst a tuhá ocelová tyč.....	30
3.4.3.4.2	Normalizované rozměry zkušebních sond, tyčí.....	31
3.4.3.4.3	Zkušební zařízení k prověření ochrany před deštěm a stříkající vodou	31
4	Spolehlivost spínacích přístrojů	33
4.1	Definice spolehlivosti, základní pojmy	33
4.2	Ukazatele spolehlivosti.....	34
4.2.1	Ukazatele bezporuchovosti.....	34
4.2.1.1	Ukazatele bezporuchovosti neobnovovaných objektů	35
4.2.1.2	Ukazatele bezporuchovosti obnovovaných objektů	35
4.2.2	Ukazatele opravitelnosti	35
4.2.3	Ukazatele udržovatelnosti	35
4.2.4	Ukazatele životnosti	35
4.2.5	Ukazatele pohotovosti	35
4.2.6	Ukazatele skladovatelnosti	35
4.3	Parametry ovlivňující spolehlivost spínacích přístrojů	36
4.3.1	Stárnutí materiálů	36
4.3.2	Teplota vzduchu	36
4.3.3	Vlhkost vzduchu.....	36
4.3.4	Elektrické pole.....	37
4.3.5	Agresivní prostředí.....	37
4.3.6	Korozní vlivy.....	37
4.3.7	Prach.....	37
4.3.8	Záření.....	37
4.3.9	Biologické vlivy	37
4.3.10	Mechanické namáhání	37
4.4	Zkoušky spolehlivosti.....	38
5	Závěr.....	40
	Literatura.....	41

Úvod

Spínací přístroje jsou jedny z nejdůležitějších komponentů energetické sítě. Bez nich by nebylo možno používat přístroje a spotřebiče, které nám usnadňují život a zajišťují určitý komfort. Setkáváme se s nimi takřka na každém kroku. V domácnosti, průmyslu, automobilech... Se stále zvyšující nabídkou přístrojů a spotřebičů je kladen velký důraz na jejich bezpečnost, spolehlivost a tedy i na spínací přístroje, které tyto spotřebiče uvádějí v „život“.

Aby mohl být spínací přístroj uveden na trh a mohl sloužit spotřebiteli, musí splňovat především bezpečnost a spolehlivost. Toto je dáno celou řadou zkoušek a nařízení, které bych chtěl v této práci přiblížit a poskytnou tak ucelený pohled na zkoušky spínacích přístrojů při jejich vstupu na trh.

1 Obecně o spínacích přístrojích

1.1 Rozdělení spínacích přístrojů podle napětí

Napětí je jeden z nejdůležitějších parametrů energetických zařízení. Je to jeden z výchozích údajů pro konstrukci přístrojů, strojů, zařízení.

Soustavy podle napětí je možné rozdělit následujícím způsobem:

Tab. 1 Rozdělení přístrojů podle napětí

Kategorie napětí ³	Označení napětí ²	Název elektrického zařízení	Jmenovité napětí U (střídavé ¹)		
			v uzemněné síti		v izolované síti
			mezi fází a zemí	mezi fázemi	mezi fázemi
I	mn (ELV)	malého napětí	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$
II	nn (LV)	nizkého napětí	$50 \text{ V} < U \leq 600 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1\,000 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1\,000 \text{ V}$
A	vn	vysokého napětí	$0,6 \text{ kV} < U \leq 30 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < U \leq 52 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < U \leq 52 \text{ kV}$
B	vvn	velmi vysokého napětí	$30 \text{ kV} < U \leq 171 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U \leq 300 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U \leq 300 \text{ kV}$
C	zvn	zvlášť vysokého napětí	-	$300 \text{ kV} < U \leq 800 \text{ kV}$	-
D	uvn	ultra vysokého napětí	-	$800 \text{ kV} < U$	-

¹ U stejnosměrných elektrických zařízení jsou mezní hodnoty malým a nízkým napětím 120 V a mezi nízkým a vysokým napětím 1 500 V.

² V závorce je uvedeno označení užívané v mezinárodních normách a zahraniční literatuře.

³ Podle ČSN IEC 449 (33 01 30) Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách se užívá pro kategorie I a II označení "napěťová pásma".

Zdroj: http://fei1.vsb.cz/kat410/studium/f_studium.htm

1.2 Definice spínacího přístroje a jeho funkčních stavů

Spínací prvky slouží ke spínání, ochraně a řízení elektrických strojů a spotřebičů.

- Spojují a rozpojují elektrický obvod.
- Zapínají a vypínají proud v obvodu.
- Řídí elektrický obvod takovým způsobem, aby dosáhl požadovaného provozního stavu.
- Jistí elektrické zařízení.
- Chrání živé bytosti před úrazem elektrického proudu.

Jak už napovídá samotný název, podstatou spínacích prvků je spínání. Spínač je souhrnný název pro vypínač, odpínač, odpojovač, výkonový vypínač, stykač, jistič atd.

- Odpojovač – slouží ke spínání a rozpojování obvodu pod napětím bez zatížení.
- Odpínač – slouží ke spínání a rozpojování obvodu pod zatížením s provozními proudy.
- Výkonový vypínač – slouží ke spínání a rozpojování obvodu pod zatížením (vypíná i zkrat).
- Stykač – slouží k dálkovému ovládání přístrojů, spotřebičů s častou funkcí spínání-rozpojování. Zapíná a vypíná i malý násobek I_N .
- Jistič – zapíná a samočinně vypíná i zkratové proudy do štičkové hodnoty.

Základním úkolem spínače je uzavírat a přerušovat elektrický obvod.

Funkční stavy spínače:

Má dva trvalé (statické) stavy:

- Poloha vypnuto ($I=0$, $U_K=U_S$).
- Poloha zapnuto ($I=I_N$, $U_K=0$).

Spínač má ještě dva další funkční stavy, protože jeho hlavní náplní není trvalý přenos napětí, ale umožnění přechodu z jednoho stavu do druhého:

- Vypínání ($I \rightarrow 0$, $U_K \rightarrow U_S$).
- Zapínání ($0 \rightarrow I$, $U_S \rightarrow U_K$).

1.3 Označení spínacího přístroje jeho jmenovitými hodnotami

Každý spínací přístroj musí mít tyto údaje:

Značku (logo) výrobce nebo jméno, výrobní číslo, označení typu a dále:

- jmenovité napětí (V).
- jmenovitý proud (A).
- jmenovitý příkon (W).
- kmitočet (Hz).
- jiné hodnoty, které jsou důležité pro používání (četnost spínání, odpor, zhášecí médium apod.).

Jmenovité hodnoty stanoví výrobce, musí být v souladu s normou výrobku.

Většinou je norma XXXXXX-1 norma základní, obecná pro určitou skupinu výrobků a navazující XXXXX-2 až XX konkretizují její požadavky pro jednotlivé výrobky.

ČSN EN 60947-1 je tedy obecná pro spínací a řídicí přístroje nízkého napětí, a např. ČSN EN 60947-2 konkretizuje její požadavky pro jističe.

2 Požadavky na spínací přístroje z pohledu zákona při uvádění na trh

2.1 Spínací přístroj jako výrobek

Výrobkem označujeme věc (movitou, přemístitelnou), která byla vyrobena a je určena k nabídce spotřebiteli, nebo u níž je zřejmé, že bude spotřebitelem užívána.

Výrobek, který za obvyklých nebo rozumně předvídatelných podmínek nepředstavuje po (stanovenou či obvyklou) dobu svého užívání žádné nebezpečí, nebo je nebezpečí minimální, nazýváme bezpečný.

Za bezpečný výrobek je považován takový, který splňuje požadavky mezinárodních smluv a zvláštních právních předpisů. Jestliže pro výrobek takový předpis neexistuje, považuje se za bezpečný ten výrobek, který splňuje požadavky českých technických norem (dále jen ČSN) nebo odpovídá stavu technických a vědeckých poznatků známých v době jeho uvádění na trh.

Ochranu spotřebitele zajišťuje mimo jiné zákon č. 102/2001 Sb., O obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon určuje povinnosti výrobců, dovozců, distributorů ve vztahu k zajištění bezpečnosti výrobků, vymezuje dozorové orgány příslušné ke kontrole dodržování zákona, vymezuje základní právní rámec pro fungování systému RAPEX (evropský informační systém, sleduje informace o výskytu nebezpečných a nepotravinářských výrobků).

Každý výrobek musí být při uvádění na trh opatřen průvodní dokumentací a označen způsobem stanoveným zvláštními předpisy.

Dozor nad uváděním bezpečných výrobků na trh provádí Česká obchodní inspekce – pokud není uvedeno jinak. Z důvodu kontrol výrobků z hlediska bezpečnosti má právo odebírat a stahovat výrobky z trhu.

[5]

2.2 Technické požadavky na výrobky

Spínací přístroj je považován za výrobek, a proto musí výrobci dodržovat ustanovení zákona č. 22/1997 Sb. ve znění platných předpisů „O technických požadavcích na výrobky“ nebo zákon č. 102/2001 Sb. „O obecné bezpečnosti výrobků“.

Zákon č. 22/1997 Sb. je zvláštním právním předpisem, který upravuje způsob stanovování technických požadavků na výrobky, jež by mohly ohrozit oprávněný zájem (tj. zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo životní prostředí).

Pokud výrobky představují zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu, vláda svými nařízeními stanoví:

- O které výrobky se jedná.
- Technické požadavky na tyto stanovené výrobky.
- Označení některých stanovených výrobků (CE označení shody).
- Osoby provádějící/podílející se na posouzení shody.
- Podmínky pro uvádění výrobků na trh včetně postupů posuzování shody jejich vlastností s požadavky na bezpečnost.

Na zákon č. 22/1997 Sb. ve znění platných předpisů „O technických požadavcích na výrobky“ navazují příslušná nařízení vlády.

Přílohy nařízení vlády zpravidla obsahují výčet základních technických požadavků, náležitosti CE označení shody a ES prohlášení o shodě, požadavky na vnitřní kontrolu výroby a podmínky autorizace podle toho, co je z hlediska posuzování shody vyžadováno.

V nařízeních vlády, která většinou vycházejí ze směrnic evropských společenství, se zpravidla:

- Určuje výčet stanovených výrobků.
- Stanoví technické – základní – požadavky na výrobky.
- Uvádí, že pokud jsou tyto požadavky konkretizovány harmonizovanými českými technickými (případně určenými) normami nebo jinými dokumenty a vlastnosti stanovených výrobků jsou s nimi v souladu, znamená to splnění základních požadavků.
- Stanoví postupy posouzení shody výrobků.
- Definuje, co musí obsahovat prohlášení o shodě, nebo jaké označení je stanoveno.
- Uvádí přechodná ustanovení.

[5]

2.2.1 České technické normy a jejich postavení při posuzování shody

Ve vztahu k obecně formulovaným, výše uvedeným požadavkům mají zvláštní význam harmonizované české technické normy. Pokud jsou tyto normy dodrženy, předpokládá se dodržení základních požadavků stanovených nařízením vlády. Harmonizovanou normou se stává ta česká technická norma, kterou jako harmonizovanou oznámil Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví ve svém Věstníku s uvedením toho nařízení vlády, s kterou je harmonizována.

Při posuzování shody jsou důležité i technické normy. Zákon tento případ zohledňuje, určuje definici české technické normy, harmonizované technické normy a jejich význam.

Předmětem úpravy v zákoně je zejména:

- Definice české technické normy (ČSN). Pokud je vydání normy oznámeno ve Věstníku úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, jedná se o českou technickou normu.
- Ustanovení, že ČSN nejsou obecně závazné. Obecná právní povinnost postupu v souladu s ČSN není.
- Stanovení národního normalizačního orgánu. Řešení vycházelo z potřeby zajištění jediné soustavy národních technických norem, za kterou zodpovídá ve státě jediný subjekt oprávněný je schvalovat a vydávat. Zákon je koncipován tak, že tvorbu a vydávání ČSN v rozsahu stanoveném zákonem zaručuje stát. Právní osoba, která toto provádí je Český normalizační institut.
- Definice harmonizovaných ČSN a stanovení významu v právních vztazích.

[5]

2.2.1.1 Normy harmonizované a určené

Právní úprava harmonizovaných norem v České Republice je podobná právní úpravě v Evropských společenstvích.

- Norma se stává harmonizovanou, pokud plně přejímá požadavky stanovené harmonizovanou evropskou normou.
- Jestliže je to pro splnění technických požadavků na výrobky nezbytné, určuje ÚNMZ pro posuzování shody další normy nebo technické dokumenty mezinárodních organizací, které se nazývají určené normy. Jejich určení oznamuje ve Věstníku.

[5]

2.2.1.2 Právní význam a postavení Českých technických norem

České technické normy (i harmonizované) nejsou obecně závazné. Harmonizované ČSN nemusí být dodrženy, pokud lze základní požadavky splnit jiným odpovídajícím způsobem. Pokud jsou však dodrženy, má se za to, že základní požadavky byly dodrženy.

Pokud harmonizované ČSN neexistují, mají stejný právní význam i normy IEC (mezinárodní elektrotechnická komise, která vypracovává a publikuje mezinárodní normy pro elektrotechnické, elektronické a podobné obory).

V případě nedodržení vzniká výrobcům nebo dovozcům, zejména při posuzování shody, další právní povinnost. To může být například zapojení autorizované osoby do procesu posuzování shody stanoveným způsobem. Touto autorizovanou osobou se může stát např. Elektrotechnický zkušební ústav Praha.

[5]

2.3 Definice stanoveného výrobku

Stanovený výrobek je uveden v definici jednotlivých prováděcích nařízení vlády z důvodu neexistence seznamu stanovených výrobků u většiny nařízení. Při posuzování určitého elektrického zařízení je tedy potřeba vycházet z výše zmíněné definice. Některé výrobky však stanovené nejsou.

V praxi probíhá obecné posouzení takto:

- Pokud lze zařízení použít, aniž by muselo být zabudováno do dalšího zařízení, jedná se o stanovený výrobek. (např. u diod není předpoklad samostatné funkce – nejedná se o stanovený výrobek).

U těch je nutno:

- Zajistit posouzení shody a označit logem CE před jejich uvedením na trh v případech, kdy jsou výrobky vyrobené v ČR či EU.
- Zajistit vydání prohlášení o shodě tehdy, když je výrobek dovezen z jiných zemí než EU.

Jako příklad stanovených výrobků je možné uvést vypínače, jističe, pojistky, motory apod.

[5]

2.3.1 Posouzení shody

Z důvodu ekonomické a časové náročnosti zkoušek jednotlivých výrobků je nemalou pomůckou „Posouzení o shodě“. Ta zaručuje, že výrobek, který se vyrábí podle identické dokumentace zkoušeného výrobku, je naprosto totožný se zkoušeným výrobkem a tudíž i veškeré vlastnosti přebírá ze zkoušeného subjektu.

Posuzování shody se týká stanovených výrobků. Jednotlivá prováděcí nařízení vlády určují, které výrobky lze považovat za stanovené.

[5]

2.3.1.1 Označení CE

Označení CE vyjadřuje, že výrobek splňuje technické požadavky všech nařízení vlády, které se na něj vztahují. Výrobek musí být touto grafickou značkou označen viditelně a nesmazatelně, pokud to není možné, musí být označen jeho štítek s údaji, případně jeho obal. Označení CE nesmí nést výrobek do doby, než je dokončen postup posuzování shody. Společně s označením CE je zároveň vydáno ES prohlášení o shodě.

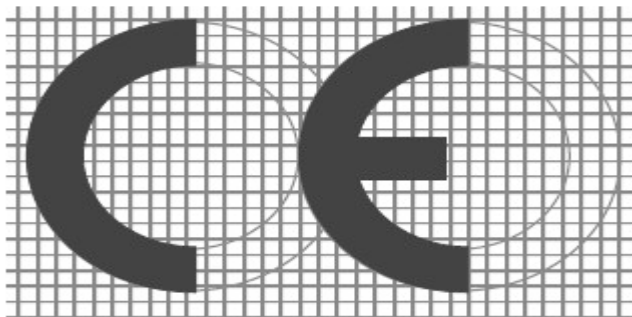
Nařízení vlády č. 291/2000 Sb. přesně stanoví grafickou podobu označení CE. Při zvětšování nebo zmenšování označení CE je nutné proporce dané mřížkou zachovat.

Jednotlivé části označení CE musí mít stejnou výšku – nesmí být menší než 5 mm (pokud není jiným nařízením vlády určeno jinak).

Mřížka není součástí označení a slouží pouze pro potřeby proporcionálního zvětšení či zmenšení.

[8]

Obr. 1 Grafická podoba CE



Zdroj: Vlček, J.: *Bezpečnost elektrických zařízení – příručka pro konstruktéry*. 1. vyd. Praha: BEN 2007, 112 s. ISBN 978-80-7300-222-0.

2.3.1.2 Postup posuzování shody na území České Republiky

Dovozce nebo výrobce je povinen zajistit posouzení shody stanovených výrobků postupem, který je uvedený v příslušném nařízení vlády.

Postupy vedoucí k písemnému prohlášení o shodě jsou vždy konkretizovány v každém nařízení vlády.

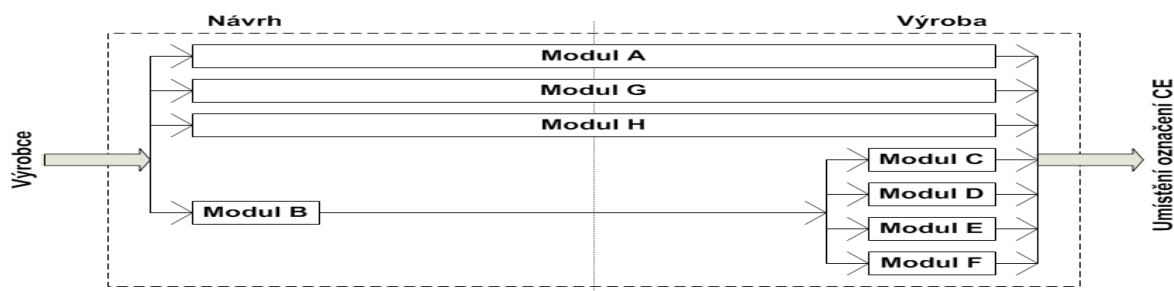
V praxi je běžný, pro tyto postupy, výraz *moduly*. Těmito moduly jsou:

- Modul A (vnitřní kontrola výroby) – zahrnuje vnitřní kontrolu návrhu a výroby. Při návrhu výrobce archivuje technickou dokumentaci pro potřeby národních úřadů. Při výrobě výrobce prohlašuje shodu se základními požadavky a umísťuje označení CE. Autorizovaná osoba může zkoušet výrobek podle specifických hledisek a kontrolovat výrobky v náhodných intervalech. Tento modul nevyžaduje zásah ze strany autorizovaného objektu.
- Modul B (ES přezkoušení typu) – autorizovaná osoba posuzuje shodu prototypu (vzorku). Tento modul je určený pro fázi návrhu a musí být následován modulem, který určuje posouzení fáze výroby. Výrobce předkládá autorizovanému orgánu technickou dokumentaci a typový vzorek. Notifikovaná (autorizovaná) osoba zajišťuje shodu se základními požadavky, provádí zkoušky a v případě nutnosti vystavuje certifikát o ES typové zkoušce.
- Modul C (shoda s typem) – je používán ve fázi výroby a následuje po modulu B. Tímto modulem je stanovena shoda s typem podle certifikátu ES přezkoušení typu vystaveného v modulu B. Výrobce prohlašuje shodu se schváleným typem a umísťuje označení CE. Notifikovaný orgán zkouší výrobek podle specifických hledisek a v náhodných intervalech kontroluje výrobky.
- Modul D (jakost výroby) – je používán ve fázi výroby a následuje po modulu B. Tento modul vychází z normy týkající se zabezpečení jakosti a vyžaduje zásah notifikovaného orgánu, který provádí dohled nad systémem jakosti pro výrobu, kontrolu a zkoušení hotového výrobku výrobcem. Výrobce dodržuje schválený systém jakosti výroby, zkoušení a prohlašuje shodu se schváleným typem, také umísťuje označení CE.
Norma EN ISO 9002
- Modul E (zabezpečení jakosti výrobků) – následuje po modulu B a je používán ve fázi výroby. Posuzuje systém jakosti výrobků a vyžaduje zásah autorizovaného orgánu, který provádí dohled nad systémem jakosti pro kontrolu a zkoušení hotového výrobku výrobcem. Výrobce dodržuje schválený systém jakosti kontroly a zkoušení a prohlašuje shodu se schváleným typem nebo se základními požadavky a také umísťuje označení CE.

- Modul F (ověřování výrobků) – je zahrnut ve fázi výroby. Autorizovaná osoba kontroluje shodu výrobku s certifikovaným typem výrobku nebo se stanovenými požadavky, které provádí výrobce, dovozce. Vystavuje certifikát shody.
- Modul G (ověřování jednotlivých výrobků) – tento modul je zahrnut do návrhu i výroby. Každý výrobek je jednotlivě přezkoušen autorizovanou osobou, která vystavuje certifikát shody.
- Modul H (komplexní zabezpečení jakosti) – autorizovaná osoba provádí dohled nad systémem jakosti, ověřuje shodu ve stadiu návrhu a vystavuje certifikát o ES prověřce návrhu. Při výrobě provádí dohled nad systémem jakosti a výrobce dodržuje schválený systém jakosti pro kontrolu a zkoušení, prohlašuje shodu a umisťuje označení CE.

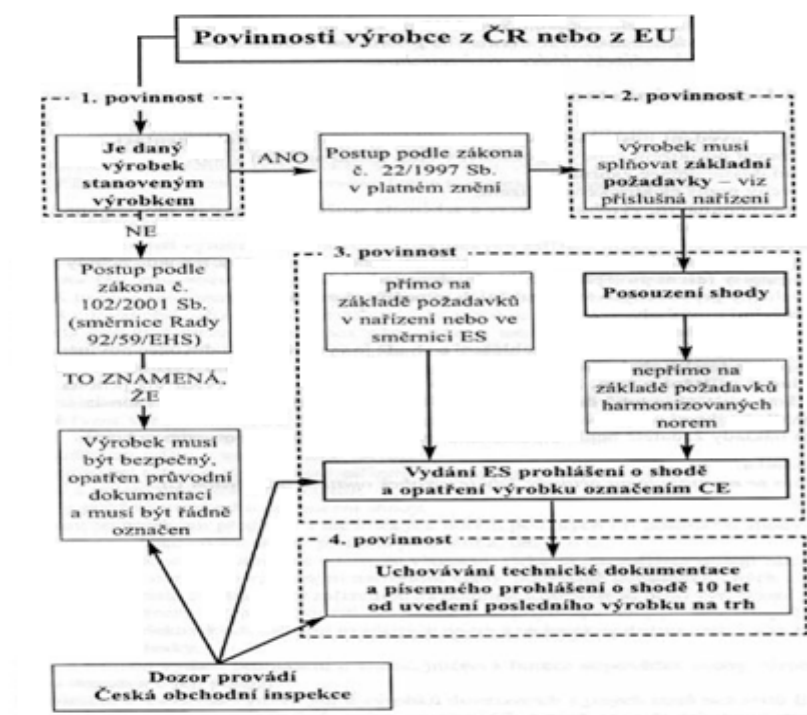
[5]

Obr. 2 Diagram postupů posuzování shody



2.3.2 Povinnosti výrobce z ČR nebo z EU – grafické vyjádření

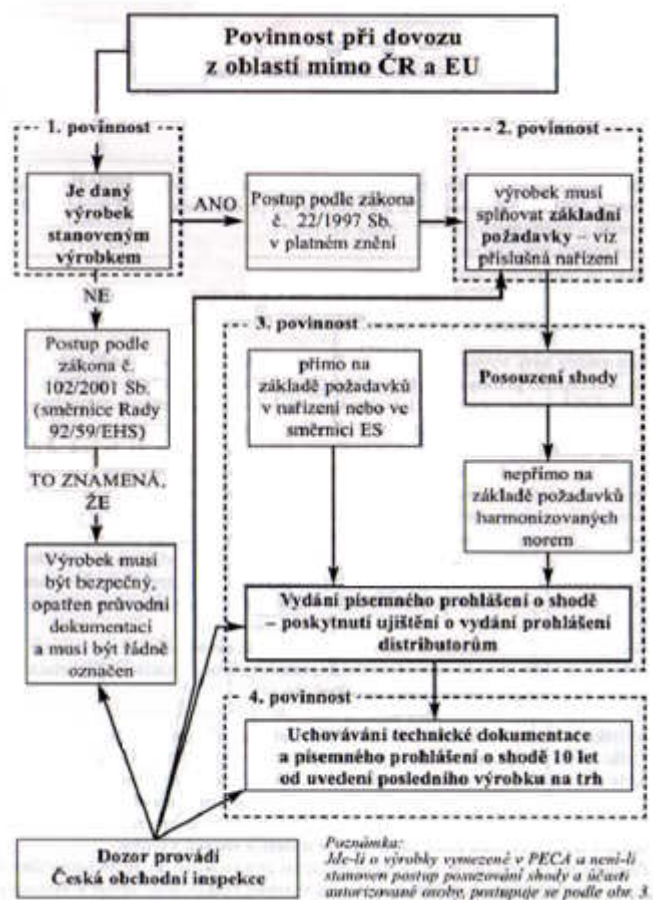
Obr. 3 Povinnosti výrobce na území ČR nebo ES



Zdroj: Jareš, J.: *Požadavky na elektrotechnické výrobky při jejich uvádění na trh*. 2. vyd. Praha: IN-EL 2002, 62 s. ISBN 80-86230-27-9.

2.3.3 Povinnost výrobce mimo ČR nebo EU – grafické vyjádření

Obr. 4 Povinnosti výrobce mimo území ČR nebo ES



Zdroj: Jareš, J.: *Požadavky na elektrotechnické výrobky při jejich uvádění na trh*. 2. vyd. Praha: IN-EL 2002, 62 s. ISBN 80-86230-27-9.

3 Zkoušky spínacích přístrojů

3.1 Účel zkoušek spínacích přístrojů a jejich rozdělení podle zaměření

Účelem zkoušek spínacích přístrojů je:

1. Prokázat, že zkoušený výrobek vyhovuje požadavkům příslušných norem nebo jiných předpisů či ujednání, požadavkům zákazníka.
2. Zjišťovat, zda výrobky opakovaně vyráběné odpovídají požadavkům, jejichž splnění je vyžadováno.
3. Určovat jednotlivé vlastnosti výrobků.

Dle zaměření dělíme zkoušky:

- **Typové** – slouží k prokázání, že zkoušené výrobky určitého typu vyhovují všem ustanovením zkušebních podkladů.
- **Kontrolní** – používají se ke zjištění, zda výrobky trvale odpovídají požadavkům, jejichž splnění bylo prokázáno typovou zkouškou.
- **Inspekční** – slouží ke zjištění v rámci inspekce výroby, zda výrobky odpovídají požadavkům stanoveným ve zkušebních podkladech.

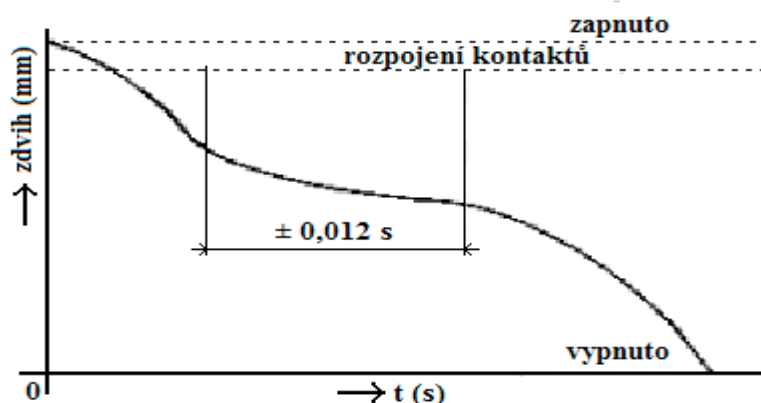
Spínací přístroje, dále jen spínače, jsou podrobeny celé řadě základních zkoušek mechanických, tepelných, elektrických, výkonových, životnostních.

3.2 Všeobecný přehled zkoušek spínacích přístrojů NN, VN, VVN

O zkouškách obecně platí, že se na zařízení provádí jen ty zkoušky, které jsou na zařízení proveditelné. Vzorek dodávaný ke zkoušce by měl být v takovém provedení, v jakém bude případně uváděn na trh. Zkoušky jsou prováděny při nejnepříznivější kombinaci parametrů.

- **Zkoušky mechanické** – ověřují dokonalost a spolehlivost ovládacích mechanismů za normálních a zkratových podmínek. V celé škále zdvihu kontaktů je měřena průměrná i okamžitá hodnota zapínací a vypínací rychlosti v celém rozsahu pohybu kontaktů v součinnosti jednotlivých funkčních členů. Průběh rychlosti zaznamenává například tachograf. Křivka musí vykazovat dostatečně dlouhou prodlevu v předepsaném místě zdvihu z důvodu nenarušení vypínání.

Obr. 5 Průběh pohybu kontaktů tlakovzdušného vypínače s brzděným roubíkem



Zdroj: Havelka, O. a kol.: *Elektrické přístroje*. 1. vyd. Praha: SNTL 1985, 440 s. ISBN 04-529-85.

- **Zkoušky tepelné** – slouží k měření oteplení jmenovitým proudem částí, které mají dovolené oteplení předepsané normou. Zejména na kontaktech probíhá zjišťování úbytku napětí na jednotlivých úsecích proudové dráhy. Tyto údaje jsou důležité pro porovnávání výrobní kontrolou.

Zkoušky tepelné můžeme dále rozdělit:

- Zkoušky krátkodobé tepelné odolnosti proudovodné dráhy.
- Zkoušky dynamické odolnosti proudovodné dráhy krátkodobým nadproudem, popř. proudem zkratovým.
- **Zkoušky elektrické** – k těmto zkouškám je použito střídavé nebo rázové napětí, slouží k posuzování dokonalosti izolačních dílů, průrazných napětí přímých vzdáleností a povrchových drah mezi vodiči jednotlivých fází navzájem a zemí.
- **Zkoušky životnosti** – tyto zkoušky je možné dále rozdělit na:
 - Mechanické – zjišťují počet spínacích cyklů až do opotřebení či porušení mechanismu a kontaktů bez proudu. Norma tuto mechanickou životnost výslovně předepisuje.
 - Elektrické – ověřují opakovaným spínáním jmenovitých hodnot nebo násobku jmenovitých hodnot proudu, životnost kontaktů při působení vypínacího oblouku.

Veškeré typy zkoušek jsou prováděny za různých podmínek daných provedením přístroje. Při venkovním provedení se také provádí zkoušky za umělého deště. Dle potřeby se zkouší izolace také dlouhodobě při zatížení zvýšeným napětím.

Zkoušky je možné konat buď u výrobce, nebo v autorizované zkušebně.

[4]

3.3 Typové zkoušky u výrobce, jejich význam, protokol o zkoušce

K prověření spínacích a řídicích vlastností zařízení, jejich pohonů a pomocných zařízení slouží právě výše zmíněné typové zkoušky. Typové zkoušky se běžně provádí nejvýše na čtyřech vzorcích, pokud příslušné normy neurčují jiný počet vzorků.

3.3.1 Protokol o typové zkoušce

Výsledky všech typových zkoušek musí být zaznamenány v protokolech o typových zkouškách, které obsahují všechny důležité informace potvrzující shodu s technickými předpisy. Uspořádání a obsah protokolu je vždy určován předepsanou normou výrobku. Dále musí být uvedeny dostačující informace pro jednoznačnou identifikaci hlavních částí spínacího a řídicího zařízení.

Protokol o typové zkoušce VN zařízení obsahuje tyto informace:

- Výrobce.
- Typ a výrobní číslo zkoušeného spínacího zařízení.
- Jmenovité hodnoty zkoušeného spínacího zařízení předepsané v příslušné normě IEC výrobku.
- Výrobce vypracuje všeobecný popis včetně počtu pólů.
- Výrobce, typ, výrobní čísla, jmenovité hodnoty těch základních částí, které přichází v úvahu (např. pohony, zhášedla).
- Všeobecné údaje o rámu spínacího přístroje, jehož je spínací přístroj nedílnou součástí.
- Podrobné údaje o pohonech použitých při zkouškách tam, kde to připadá v úvahu.
- Fotografie dokumentující stav zkoušeného zařízení před a po zkoušce.
- Výkresy, soubory dat popisující zkoušené spínací zařízení.

- Seznam čísel všech předložených výkresů pro identifikaci hlavních částí zkoušeného přístroje.
- Podrobný popis zkušebního zařízení – včetně schématu zkušebního obvodu.
- Záznam o provozu spínacího zařízení během a po zkouškách a také záznam o prováděných změnách/úpravách během zkoušek.
- Dle norem IEC záznamy zkušebních hodnot během zkoušky nebo zkušebnímu sledu.

[11]

3.3.2 Požadavky na výrobky, které nejsou obsaženy v normách jednotlivých zařízení

- **Stabilita a mechanické nebezpečí:**
Při normálním, běžném používání se nesmí zařízení stát fyzicky natolik nestabilní, že by se stalo nebezpečným pro obsluhující či jiné pracovníky. Toto splnění požadavků je kontrolováno několika zkouškami:
 - Při náklonu zařízení o 10° ze své svislé polohy nesmí dojít k převrnutí (zásuvky, dveře apod. jsou zavřeny).
 - Působí-li na zkoušený vzorek, který stojí na podlaze a má hmotnost 25 kg nebo vyšší, síla rovnající se 20 % hmotnosti zkoušeného prvku (max. 250 N) ve výšce max. 2 m od podlahy v libovolném směru – nesmí dojít k převrácení.
 - Spínací přístroj se nesmí převrhnout, stojí-li na podlaze a působí na něj síla 800 N ve směru dolů na jeho libovolnou horizontální pracovní plochu, o níž si může obsluhující personál opřít nohu a která je ve výšce 1 m od podlahy.
- **Mechanická odolnost:**
Kryty musí být dostatečně mechanicky pevné a konstruovány tak, aby byly schopné vydržet takovou míru nešetného zacházení, která je běžná při normálním použití.
Toto splnění je podmíněno několika zkouškami:
 - Zkouška statickou silou 30 N po dobu 5s zkušebním prstem v oblasti přístupné obsluze, chráněné poklopem či dvířky.
 - Zkouška statickou silou 250 N, která působí na vnější kryty kruhovou ploškou o průměru 30 mm.
 - Zkouška ocelovou kuličkou o hmotnosti 0,5 kg, která je na kryt vzorku spouštěna z výšky 1300 mm (v případě skleněných povrchů je tato zkouška vynechána).
 - Zkouška uvolnění pnutí u krytů z termoplastických materiálů. Vzorek je vystaven teplotě o 10 K vyšší, než je nejvyšší teplota krytu při normální činnosti. Nejmenší teplota, které jsou výrobky vystaveny, je rovna 343,15 K (70 °C). Tyto teploty působí na zařízení po dobu 7 h.
- **Konstrukční díly:**
Manipulace s ovládacími prvky, které mohou ovlivnit změnu nastavení (např. nastavení napětí, blokování kontaktů) musí být možné pouze za použití nástroje v případech, kdy tyto úkony vyvolají nebezpečí.
- Zařízení, u nichž při provozu vzniká prach nebo je použito plynů, tekutin, práškových materiálů je nutné konstruovat tak, aby nemohla vznikat nebezpečná koncentrace takových materiálů a aby kondenzací, odpařováním, průsakem, korozí apod. při normálním provozu a jinými vlivy (skladování, servisní doplňování) nemohlo vzniknout nebezpečí.
- **Úroveň zvuku:**
Výrobce je povinen změřit max. hladinu zvukového tlaku v případech, kdy by spínací zařízení mohlo vytvářet hluk o úrovni vyvolávající nebezpečí pro obsluhující personál.
Tuto hladinu zvuku určuje ISO 3476 a ISO 9614–1. Pro splnění těchto norem je možné použít kryty či tlumící materiály. Výjimku tvoří výstražné signalizace a části vzdáleně umístěné.

Jsou-li se zařízením dodávána držadla nebo rukojeti pro přenášení, musí vydržet působení síly rovné čtyřnásobku hmotnosti zařízení.

Zařízení těžší než 18 kg musí být vybaveno prostředky pro zvedání a přenášení. Pokud to nelze dodržet, je výrobce povinen v dokumentaci vydat pokyny pro tuto činnost.

[8]

3.3.3 Přehled zvláště typových zkoušek spínacích zařízení NN, VN, VVN

3.3.3.1 Zkoušky NN

Jak již bylo zmíněno výše v textu, zkoušky se provádí jen takové, které přicházejí v úvahu.

- 1. Výzkumné**
- 2. Vývojové**
- 3. Typové**
 - 3.1. zkouška oteplení
 - 3.1.1. prověření oteplení
 - 3.2. zkouška dielektrických vlastností
 - 3.2.1. prověření dielektrika
 - 3.3. funkce v provozu
 - 3.4. elektrická pevnost
 - 3.5. konstrukční požadavky
 - 3.6. zapínací a vypínací schopnosti
 - 3.7. schopnosti přepínání a reverzace
 - 3.8. zkoušky EMC
 - 3.9. činnosti a mezní činnosti
 - 3.10. funkce v podmínkách zkratu
 - 3.11. stupně krytí uzavřených spouštěčů, stykačů
 - 3.12. jmenovitý podmíněný proud
- 4. Kusové**
 - 4.1. Zkouška mechanické pevnosti
 - 4.2. Zkouška dielektrika
- 5. Speciální a zvláštní**
 - 5.1. Zkouška mechanické trvanlivosti
 - 5.2. Zkouška elektrické trvanlivosti

3.3.3.2 Zkoušky VN

Jak již bylo zmíněno výše v textu, zkoušky se provádí jen takové, které přicházejí v úvahu.

- 1. Výzkumné**
- 2. Vývojové**
- 3. Typové**
 - 3.1. Zkouška elektrické pevnosti izolace hlavního obvodu, pomocných a řídících obvodů
 - 3.2. Zkouška rádiového rušení
 - 3.3. Měření odporu hlavního obvodu
 - 3.4. Zkouška oteplení
 - 3.5. Zkouška krátkodobým a dynamickým výdržným proudem
 - 3.6. Zkoušky zkratové
 - 3.6.1. Zapínací
 - 3.6.2. Vypínací
 - 3.7. Zkoušky stupně ochrany krytem

- 3.8. Zkoušky těsnosti
- 3.9. Mechanické zkoušky
- 3.10. Zkoušky proti povětrnostním vlivům
- 4. Kusové**
 - 4.1. Zkouška elektrické pevnosti izolace hlavního obvodu
 - 4.2. Zkouška elektrické pevnosti izolace řídicích a pomocných obvodů
 - 4.3. Měření elektrického odporu hlavního obvodu
 - 4.4. Zkouška těsnosti
 - 4.5. Kontrola dokumentace a vizuální prohlídka
- 5. Speciální a zvláštní**

3.3.3.3 Zkoušky VVN

Jak již bylo zmíněno výše v textu, zkoušky se provádí jen takové, které přicházejí v úvahu.

- 1. Výzkumné**
- 2. Vývojové**
 - 2.1. Mechanické
 - 2.1.1. Pohybová měření
 - 2.1.2. Tlaková
 - 2.2. Elektrické
 - 2.3. Izolační
 - 2.3.1. Při umělém znečištění
 - 2.3.1.1. Metoda solné mlhy
 - 2.3.1.2. Metoda pevné vodivé vrstvy
- 3. Typové**
 - 3.1. Mechanické
 - 3.1.1. Doba vypínání a zapínání
 - 3.1.2. Nesoudobost vypínání a zapínání
 - 3.1.3. Mechanická trvanlivost
 - 3.1.4. Mechanická životnost
 - 3.2. Oteplení a měření odporů hlavních obvodů
 - 3.3. Napětí
 - 3.3.1. Rázová vlna atmosférického přepětí
 - 3.3.2. Rázová vlna spínacího přepětí
 - 3.3.3. Zkouška střídavým napětím
 - 3.4. Zapínací a vypínací proud
 - 3.5. Zkratové odolnosti
 - 3.6. Vypínání nezatížených venkovních vedení
 - 3.7. Vypínání nezatížených kabelových vedení
 - 3.8. Vypínání jednotkové kondenzátorové baterie
 - 3.9. Vypínání malých indukčních proudů
 - 3.10. Ochrana proti korozi
 - 3.11. Těsnost
 - 3.12. Zkoušky vypínací schopnosti
 - 3.12.1. Přímé
 - 3.12.1.1. V síti
 - 3.12.1.2. Ve zkratovně
 - 3.12.2. Nepřímé zkušební metody
 - 3.12.2.1. Zkoušky po částech
 - 3.12.2.2. Nepřímé syntetické zkoušky
 - 3.12.2.2.1. Metoda se vstřikem proudu

- 3.12.2.2.2. Symetrickým transformátorovým obvodem
- 3.12.2.2.3. Zapínací
- 3.12.2.2.4. Blízký zkrat

4. Kusové

- 4.1. Napětí průmyslového obvodu
- 4.2. Napětí na ovládacích a pomocných obvodech
- 4.3. Měření odporů nebo úbytků napětí hlavního obvodu
- 4.4. Mechanické funkce

5. Speciální, zvláštní

- 5.1. Zkoušky vypínání vypínačů v abnormálních povětrnostních podmínkách
- 5.2. Zkratové síťové zkoušky
- 5.3. Zkušební provoz
- 5.4. Mechanické namáhání

3.4 Přehled některých vybraných zkoušek, metody, postupy

3.4.1 Zkoušky vypínací schopnosti NN, VN, VVN

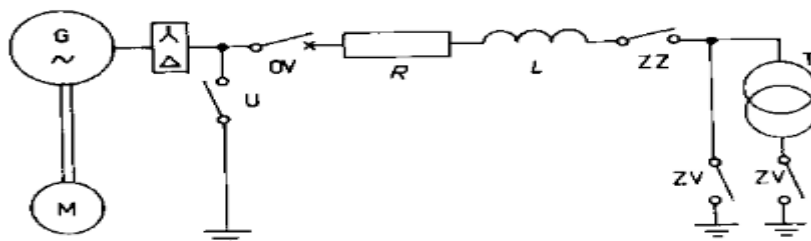
První zkušenosti s vypínací schopností vypínačů byly získány při jejich provozu v sítích. Je samozřejmé, že vypínací proud vypínače musí být vyšší než zkratový proud, který by se mohl vyskytnout v daném místě sítě. Z tohoto důvodu se staví zkratovny. Je to vlastně zkušebna, která slouží ke zkoušení vypínací schopnosti spínacích přístrojů. I přes velký potenciál zkratoven nastávají situace a stavy, které ve zkratovnách nasimulovat nemůžeme. Proto se též používá zkoušek v sítích. Mimo jiné bylo vypracováno mnoho metod, které nám dovolují zjistit vypínací schopnost bez nutnosti dodání plného zkratového proudu při plném napětí. Tyto metody se nazývají **nepřímé zkušební metody**.

Přímé zkoušky v síti:

Výhoda těchto zkoušek spočívá v tom, že se spínací zařízení zkouší v podmínkách, které se opravdu vyskytují v síti. Další výhodou je zkoušení jak vypínače, tak celé soustavy. To znamená, že se vypínač a ochrany odzkouší zkratovými proudy. Nevýhodou těchto zkoušek je nemožnost vypínač odzkoušet na vyšší napětí nebo většími vypínacími proudy, než umožňují parametry sítě. Také zkušební podmínky nelze libovolně měnit. Nelze tedy vyzkoušet mezní stavy – nezjistíme napěťové a výkonové zálohy (bezpečnost). Také není možné vypínač podstoupit počtu zkoušek, které jsou potřeba, ale musíme brát ohled na normální provoz sítě. Ekonomické zatížení těchto zkoušek je také dosti vysoké. I přesto jsou zkoušky v síti cenným prostředkem...

Přímé zkoušky ve zkratovně:

Obr. 6: schéma zkušebního obvodu



Zdroj: Havelka, O. a kol.: *Elektrické přístroje*. 1. vyd. Praha: SNTL 1985, 440 s. ISBN 04-529-85.

Zkratovna:

- Zdroj zkratového proudu
- Řídící, měřicí, pozorovací zařízení

[4]

3.4.2 Zkoušky napětím VN, VVN

Definice:

Vnější izolace: vzdušná izolace a nechráněný povrch pevné izolace zařízení, které je předmětem dielektrického namáhání a vlivu atmosférických a dalších vnějších podmínek (znečištění, vlhkost apod.).

Vnitřní izolace: je tvořena vnitřními pevnými, tekutými, plynnými prvky zařízení, které jsou chráněny před vlivy atmosférických a dalších vnějších podmínek jako je znečištění, vlhkost apod.

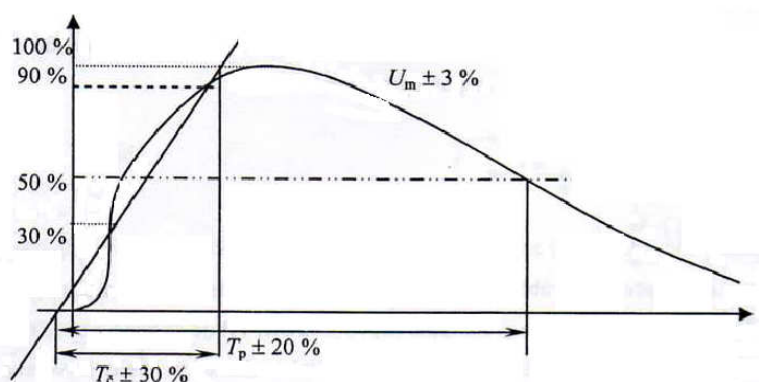
[9]

3.4.2.1 Zkoušky rázovou vlnou atmosférického přepětí

Zkoušení rázovou vlnou atmosférického přepětí – rázovým zkušebním napětím – za sucha je důležité pro vypínače, odpojovače, uzemňovače. Zkoušky jsou prováděny napětím kladné i záporné polaridy. Vlna má tvar 1,2/50 μ s (atmosférický impuls napětí).

[1]

Obr. 7 Normalizovaný atmosférický impuls napětí



Zdroj: Mach, V.: *Technika vysokého napětí*. 2. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava 2006, 114 s. ISBN 80-248-1161-8.

Pokud není příslušnou technickou komisí stanoveno jinak, akceptují se rozdíly mezi stanovenými hodnotami pro normalizovaný impuls a impulsů skutečně zaznamenaných.

Tab. 2 Tolerance hodnot normalizovaného atmosférického impulsu napětí

vrcholová hodnota	± 3%
doba čela	± 30%
doba půltýlu	± 20%

Impuls je vytvořen impulsním generátorem, to znamená, že je v podstatě tvořen určitým počtem kondenzátorů, které jsou ze zdroje ss napětí nabíjeny paralelně a poté sériově vybíjeny do obvodu, který zahrnuje i zkoušený objekt.

Vypínač a odpojovač je zkoušen v *zapnuté* poloze 15 rázy předepsaným zkušebním napětím, která jsou uvedena pro jednotlivá jmenovitá napětí v normě ČSN IEC 60-1. Jestliže na vnější izolaci zkoušeného zařízení nenastanou více jak dva přeskoky – vypínač, odpojovač zkoušce vyhoví.

Vypínač je zkoušen ve vypnuté poloze dle ČSN IEC 60-1 předepsaným zkušebním napětím. Pokud počet přeskoků v jeho vypínací dráze nebo na vnější izolaci k zemi není větší než dva – vypínač vyhoví.

Odpojovač je ve vypnuté poloze zkoušen 15 rázy rázovým zkušebním napětím, které je vyšší o 15 %. Jestliže ve vypínací dráze nenastane jediný přeskok – odpojovač zkoušce vyhoví. Přeskoky vůči zemi nejsou omezeny.

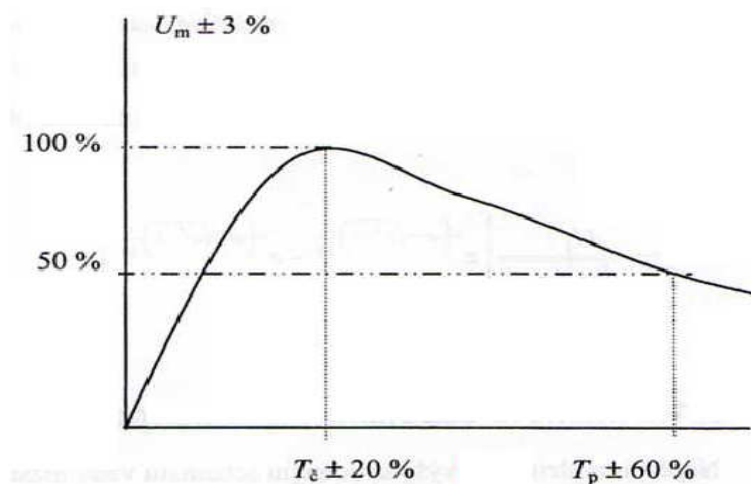
Pokud u zkoušeného vypínače, odpojovače nastane průraz izolace, je zkouška považována za nevyhovující.

[9]

3.4.2.2 Zkoušky rázovou vlnou spínacího přepětí

Spínací přístroj VVN (odpojovače, uzemňovače, vypínače atd.) se jmenovitým napětím vyšším než 300 kV, je zkoušen rázovou vlnou spínacího přepětí, která má tvar 250/2500 μ s ($T_c = 250 \mu$ s, $T_p = 2500 \mu$ s). Za sucha je ke zkoušení použita jen kladná vlna, za deště i záporná.

Obr. 8 Normalizovaný spínací impuls napětí



Zdroj: Mach, V.: *Technika vysokého napětí*. 2. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava 2006, 114 s. ISBN 80-248-1161-8.

Pokud není příslušnou technickou komisí stanoveno jinak, akceptují se rozdíly mezi stanovenými hodnotami pro normalizovaný impuls a impulsů skutečně zaznamenaných.

Tab. 3 Tolerance hodnot normalizovaného impulsu napětí

vrcholová hodnota	± 3%
doba čela	± 20%
doba půltýlu	± 60%

Podle normy ČSN IEC 60-1 je na zařízení postupně přikládáno 15 rázů předepsaného zkušebního napětí pro zkoušky vypínačů a odpojovačů v zapnuté poloze. Zkouška je vyhovující v případech, kdy nenastanou na jejich vnější izolaci víc, jak dva přeskoky.

Tab. 4 Hodnoty amplitud pro zkoušky rázovou vlnou

Jmenovité efektivní napětí	Amplituda vlny 250 μ s/2500 μ s zkušebního spínacího přepětí
kV	
300	850
362	950
420	1050
525	1175
765	1425

Impuls je vytvářen impulsním generátorem napětí, ten je v podstatě tvořen určitým počtem kondenzátorů, které jsou paralelně nabíjeny ze zdroje ss napětí a poté v sérii vybíjeny do obvodu zahrnujícího i zkoušený objekt.

Zkouška v zapnuté poloze vypínače, odpojovače je provedena postupným přikládáním 15 rázů zkušebního napětí podle obr. 8, toto napětí předepisuje norma ČSN IEC 60-1.

Pokud na jeho vnější izolaci nenastanou víc jak dva přeskoky, je zkouška zapsána jako vyhovující.

Zkouška vypínače ve vypnuté poloze je prováděna postupným přikládáním 15 rázů předepsaného zkušebního napětí. Pokud v jeho vypínací dráze nenastane přeskok a počet přeskoků na vnější izolaci není větší než dva, má se za to, že zkouška byla vyhovující.

Odpojovač je ve vypnuté poloze zkoušen postupným přikládáním 30 rázů zkušebním napětím pro obě polaritu předepsanou velikostí. Pokud ve vypínací dráze nenastane přeskok a na vnější izolaci vůči zemi nastanou maximálně 4 přeskoky, je zkouška vyhovující.

Pokud nastane u všech zkoušených zařízení průraz vnitřní izolace – je zkouška nevyhovující.

[9]

3.4.2.3 Zkouška střídavým napětím

Vypínače a odpojovače VVN jsou zkoušeny přiloženým střídavým zkušebním napětím průmyslového kmitočtu 50 Hz po dobu 1 min. Přístroje určené pro venkovní provoz jsou zkoušeny i za deště, jinak je zkouška prováděna za sucha. Dráha mezi póly vypnutého odpojovače je zkoušena střídavým napětím, které je rovno 1,35 násobku zkušebního střídavého napětí proti zemi. Dva oddělené zdroje zapojené v protifázi dodávají zkušební napětí. Zkušební napětí proti zemi je rovno napětí jednotlivých zdrojů. Odpojovače se jmenovitým napětím menším než 72,5 kV jsou ve vypnuté poloze obvykle postaveny na izolační podložku. Nastane-li během zkoušky přeskok nebo průraz, je zkouška psána jako nevyhovující.

3.4.3 Zkoušky krytí IP

Zkoušky krytí jsou prováděny u zařízení do 72,5 kV dle ČSN EN 60 529. U napětí vyšších jsou zkoušky krytí prováděny dle norem jednotlivých zařízení. Např. pro spínače střídavého proudu pro jmenovitá napětí 52 kV a vyšší (ČSN EN 62271-107) je ochrana krytem řešena odkazem na normu ČSN EN 62271-1, která odkazuje na IEC 60 529. Je tedy nutné vždy pečlivě prostudovat normy jednotlivých zařízení.

Příslušná předmětová norma výrobku uvádí opatření na ochranu krytu i zařízení uvnitř před vnějšími vlivy, jako jsou:

- Mechanické nárazy.
- Koroze.
- Rozpouštědla s korozivními účinky (např. řezné kapaliny).
- Houby.
- Hmyz.
- Sluneční záření.
- Námraza.
- Vlhkost.
- Výbušná prostředí.

Není-li v předmětové normě výrobku stanoveno jinak, jsou zkoušky prováděny za normálních atmosférických podmínek.

Doporučené klimatické podmínky jsou:

- Teplotní rozmezí od 288,15 K do 308,15 K (od 15 °C do 35 °C).
- Relativní vlhkost od 25 % do 75 %.
- Tlak vzduchu od 86 kPa do 106 kPa.

Definice a základní pojmy, které uvádí norma ČSN EN 60 529:

Kryt: část, která zajišťuje ochranu zařízení před určitými vnějšími vlivy a ve všech směrech ochranu před dotykem živých částí.

IP kód (International Protection): kódovací systém, označuje stupně ochrany krytem před dotykem nebezpečných částí, před vniknutím pevných cizích těles nebo proti účinkům vniklé vody, a který poskytuje i další informace související s touto ochranou.

Nebezpečná část: část, která je nebezpečná při přiblížení či dotyku.

Nebezpečná živá část: živá část, která může za stanovených podmínek působením vnějších vlivů způsobit úraz elektrickým proudem.

Nebezpečná mechanická část: pohybující se část, vyjma hladké rotující hřídele, která je nebezpečná při dotyku.

Ochrana krytem před dotykem nebezpečných částí:

- Ochrana osob před:
 - Dotykem nebezpečných živých částí NN.
 - Dotykem nebezpečných mechanických částí.
 - Přiblížení k nebezpečným živým částem VN uvnitř krytu na menší než přiměřenou vzdušnou vzdálenost.

Přiměřená vzdušná vzdálenost: vzdálenost zabraňující dotyku nebo přiblížení sondy dotyku k nebezpečným částem.

Sonda dotyku: zkušební přípravek napodobující smluvním způsobem část lidského těla nebo nástroj, který drží osoba ověřující vzdušnou vzdál. od nebezpečných částí.

Sonda vniku: zkušební prvek napodobující pevná cizí tělesa, prověřuje možnost vniknutí dokrytu.

Otvor: šterbina či díra v krytu existující před zkouškou nebo může být vytvořena zkušební sondou při působení stanovené síly na tuto sondu.

[10]

3.4.3.1 Charakteristické číslice kódu IP a doplňková písmena

Požadavky pro značení jsou uvedeny v každé příslušné normě výrobku.

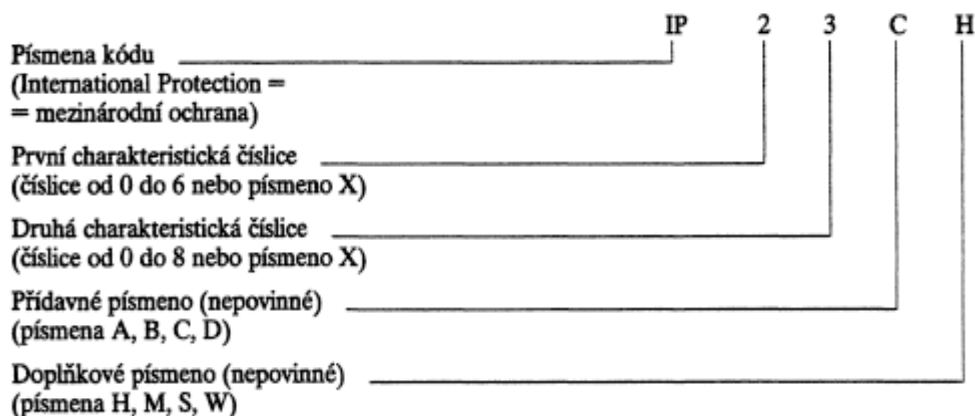
Tab. 5 Význam IP kódu

Označení kódu	IP	—	—
První charakteristická číslice	0 1 2 3 4 5 6	Před vniknutím pevných cizích těles (nechráněno) o průměru ≥ 50 mm o průměru $\geq 12,5$ mm o průměru $\geq 2,5$ mm o průměru $\geq 1,0$ mm chráněno před prachem prachotěsné	Před dotykem nebezpečných částí: (nechráněno) hřbetem ruky prstem nástrojem drátem drátem
Druhá charakteristická číslice	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Proti vniknutí vody s nebezpečnými účinky (nechráněno) svisle kapající kapající (ve sklonu 15°) kropení (déšť) stříkající tryskající intenzivně tryskající ponoření dočasné trvalé ponoření	—
Přídavné písmeno (nepovinné)	A B C D	—	Před dotykem nebezpečných částí: hřbetem ruky prstem nástrojem drátem
Doplňkové písmeno (nepovinné)	H M S W	Doplňková informace určená pro: zařízení vysokého napětí pohyb během zkoušky vodou klid během zkoušky vodou povětrnostní podmínky	—

Zdroj: ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).

3.4.3.2 Příklad užití IP kódu

Obr. 9 Příklad zápisu kódu IP



Zdroj: ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).

Tam, kde není charakteristická číslice uvedena, je toto číslo nahrazeno písmenem X (popř. XX). Přídavné a doplňkové písmeno může být vynecháno bez náhrady. Pokud se použije více než jedno doplňkové písmeno, jsou tato písmena seřazována abecedně.

3.4.3.3 Požadavky pro splnění zkoušek krytí, možné metody

3.4.3.3.1 Požadavky pro splnění – první charakteristická číslice

Ochrana před vniknutím pevných těles znamená nemožnost sondy projít až po číslo 2 celým svým průměrem do krytu. Sonda vniku pro číslici 3 a 4 nesmí do krytu projít vůbec.

Tab. 6 Přehled úspěšného provedení zkoušky pro první charakteristickou číslici

První charakteristická číslice	Stupeň ochrany	
	Krátký popis	Definice
0	nechráněno	-
1	Chráněno před vniknutím cizích pevných těles o průměru 50 mm a větším	Sonda vniku, koule o průměru 50 mm, nesmí úplně otvorem vniknout, působí na ni síla $50 \text{ N} \pm 10 \%$
2	Chráněno před vniknutím cizích pevných těles o průměru 12,5 mm a větším	Sonda vniku, článkový zkušební prst o průměru 12,5 mm, nesmí úplně otvorem vniknout, působí na ni síla $30 \text{ N} \pm 10 \%$
3	Chráněno před vniknutím cizích pevných těles o průměru 12,5 mm a větším	Sonda vniku, tuhá ocelová tyč o průměru 2,5 mm, nesmí úplně otvorem vniknout, působí na ni síla $3 \text{ N} \pm 10 \%$
4	Chráněno před vniknutím cizích pevných těles o průměru 1,0 mm a větším	Sonda vniku, ocelový drát o průměru 1,0 mm, nesmí úplně otvorem vniknout, působí na ni síla $1 \text{ N} \pm 10 \%$
5	Chráněno před prachem	Vniknutí prachu není úplně zabráněno, prach nesmí vniknout v množství, které by zabránilo správné funkci nebo snížilo jeho bezpečnost
6	Prachotěsné	Žádný prach nesmí vniknout

Zdroj: ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).

3.4.3.3.1.1 Podmínky zkoušek pro stupeň ochrany, zkušební prostředky

Tab. 7 Přehled podmínek zkoušek pro první charakteristickou číslici

První charakteristická číslice	Zkouška krytí před	
	Dotykem nebezpečných částí	Cizími pevnými tělesy
0	Nevyžaduje se žádná zkouška	Nevyžaduje se žádná zkouška
1	Koule o průměru 50 mm nesmí úplně vniknout a musí být dodržena přiměřená vzdušná vzdálenost	
2	Článkový zkušební prst může vniknout až do délky svých 80 mm, ale musí být dodržena přiměřená vzdušná vzdálenost	Kulička o průměru 12,5 mm nesmí úplně vniknout
3	Zkušební ocelová tyč o průměru 2,5 mm nesmí vniknout a musí být dodržena přiměřená vzdušná vzdálenost	
4	Zkušební ocelový drát o průměru 1,0 mm nesmí vniknout a musí být dodržena přiměřená vzdušná vzdálenost	
5	Zkušební drát o průměru 1,0 mm nesmí vniknout a musí být dodržena přiměřená vzdušná vzdálenost	Vniknutí prachu není úplně zabráněno, prach nesmí vniknout v množství, které by zabránilo správné funkci nebo snížilo jeho bezpečnost
6	Zkušební drát o průměru 1,0 mm nesmí vniknout a musí být dodržena přiměřená vzdušná vzdálenost	Žádný prach nesmí vniknout

Zdroj: ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).

3.4.3.3.2 Požadavky pro splnění – druhá charakteristická číslice

Tab. 8 Přehled úspěšného provedení zkoušky pro druhou charakteristickou číslici

Druhá charakteristická číslice	Stupeň ochrany	
	Stručný popis	Definice
0	nechráněno	—
1	chráněno proti svisle padajícím vodním kapkám	svisle padající kapky nesmějí způsobit žádné škodlivé účinky
2	chráněno proti svisle padajícím vodním kapkám při náklonu krytu maximálně 15°	svisle padající kapky nesmějí způsobit žádné škodlivé účinky, jestliže je kryt nakloněn až o 15° na kteroukoli stranu od svislice
3	chráněno proti kropení vodou (deštěm)	voda rozstříkovaná pod úhlem až do 60° nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
4	chráněno proti stříkající vodě	voda stříkající z jakéhokoli směru nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
5	chráněno proti tryskající vodě	voda tryskající z trysek z libovolného směru proti krytu nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
6	chráněno proti intenzivně tryskající vodě	voda intenzivně tryskající z trysek z libovolného směru proti krytu nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
7	chráněno proti účinkům dočasného ponoření do vody	při stanoveném tlaku a čase nezpůsobuje množství vody vniklé do zařízení při dočasném ponoření zařízení škodlivé účinky
8	chráněno proti účinkům trvalého ponoření do vody	za podmínek dohodnutých mezi výrobcem a odběratelem, které však musí být přísnější než podmínky stanovené pro charakteristickou číslici 7, nesmí množství vody vniklé do zařízení způsobit při jeho trvalém ponoření škodlivé účinky

Zdroj: ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).

3.4.3.3.2.1 Podmínky zkoušek pro stupeň ochrany, zkušební prostředky

Tab. 9 Přehled podmínek zkoušek pro druhou charakteristickou číslici

Druhá charakteristická číslice	Zkušební prostředek	Rychlost tečení, popř. průtok vody	Trvání zkoušky
0	Nevyžaduje se žádná zkouška	-	-
1	Kapací vana, kryt na otočném stole	1+0,5 mm.m ⁻¹	10 min
2	Kapací vana, kryt upevněný ve čtyřech polohách, nakloněný o 15°	3+0,5 mm.m ⁻¹	2,5 min pro každou polohu
3	Výkyvná trubice, vzdálenost max. 200 mm nebo Ruční sprcha	0,07 l.min ⁻¹ ± 5% na jednu trysku trubice, celkové množství se určí násobením počtem trysek 10 l.min ⁻¹ ± 5%	10 min 1 min.m ⁻² Nejméně 5 min
4	Shodné s číslicí 3, rozstřík ± 180° od svislice	Shodné s číslicí 3	Shodné s číslicí 3
5	Proudnice s průměrem trysky 6,3 mm, vzdálenost 2,5 až 3 m	12,5 l.min ⁻¹ ± 5%	1 min.m ⁻² Nejméně 3 min
6	Proudnice s průměrem trysky 12,5 mm, vzdálenost 2,5 až 3 m	100 l.min ⁻¹ ± 5%	1 min.m ⁻² Nejméně 3 min
7	Vodní nádrž, hladina vody 0,15 m nad horní částí krytu, 1 m nad spodní částí krytu	-	30 min
8	Vodní nádrž s hladinou vody dle dohody	-	Dle dohody

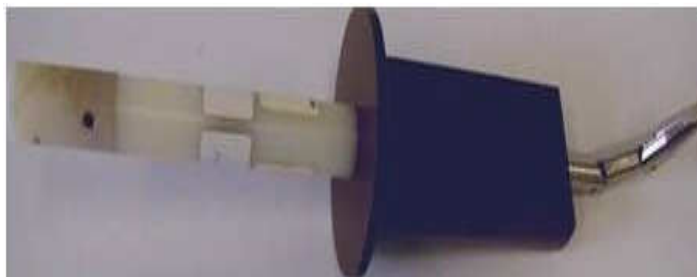
Zdroj: ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).

3.4.3.4 Normalizované rozměry zkušebních sond, tyčí, ukázka zkušebních zařízení

3.4.3.4.1 Článekový zkušební normalizovaný prst a tuhá ocelová tyč

Článekový zkušební prst slouží pro ověřování první charakteristické číslice 2 (IP 2X).
Na toto zkušební zařízení o průměru 12,5 mm působí při zkoušce přitlačná síla $30\text{ N} \pm 10\%$.

Obr. 10 Článekový normalizovaný zkušební prst



Zdroj: <http://www.zebep.cz/kryti.html>

Obr. 11 Normalizovaná tuhá ocelová tyč



Zdroj: <http://www.zebep.cz/kryti.html>

Na obr. 11 je vidět zkušební zařízení pro ověření první charakteristické číslice 3 (IP 3X).
Zařízení je složené z tuhé ocelové tyče průměru 2,5 mm. Na ni při zkoušce působí přitlačná síla rovnající se $3\text{ N} \pm 10\%$.

3.4.3.4.2 Normalizované rozměry zkušebních sond, tyčí

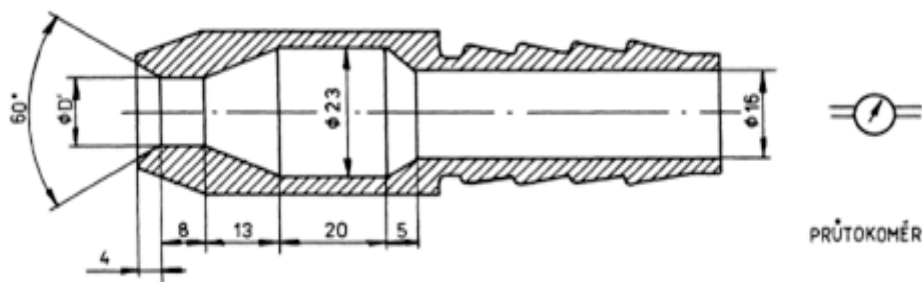
Obr. 12 Normalizované rozměry zkušebních sond, tyčí

První číslo	Přídavné písmeno	Sonda dotyku	Zkušební síla
1	A		50 N \pm 10 %
2	B		10 N \pm 10 %
3	C		3 N \pm 10 %
4, 5, 6	D		1 N \pm 10 %

Zdroj: ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).

3.4.3.4.3 Zkušební zařízení k prověření ochrany před deštěm a stříkající vodou

Obr. 13 Normalizované rozměry proudnice



Zdroj: ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).

Obr. 14 Ruční sprcha



Zdroj: <http://www.zebep.cz/kryti.html>

Obr. 15 Výkyvná trubice



Zdroj: <http://www.zebep.cz/kryti.html>

Ruční sprcha na obr. 14 je používána k ověření druhé charakteristické číslice IPX3 – kropení vodou. Při této zkoušce je používán kryt s protizávažím. Tlak vody je nastaven na hodnotu zajišťující dodání určeného množství vody. Požadovanému průtoku odpovídá tlak v rozmezí 50 kPa až 150 kPa.

Po celou dobu trvání zkoušky musí být tlak konstantní. Doba trvání zkoušky je nejméně 5 min, avšak na každý 1 m² vypočteného povrchu krytu (montážní plochy se nezapočítávají) působí ruční sprcha 1 min.

Výkyvná trubice slouží k ověřování druhé charakteristické číslice IP X3 a IP X4.

Pro ověřování IP X3 je výkyvná trubice osazena tryskami, které jsou vytvořeny po jejím vnitřním obvodu v úhlu 60° na každou stranu od osy kolmé k ose otáčení trubice. Zkoušený kryt je usazován do středu půlkruhu. Trubice má výkyv 120°, tedy 60° na každou stranu od svislice. Doba celého kyvu trvá asi 4s a doba trvání celé zkoušky je 10 minut.

Ověřování IP X4 výkyvnou trubicí je téměř shodné se zkouškou IP X3. Trysky jsou osazeny v úhlu 180°. Trubice má výkyv 180° na každou stranu od svislice. Doba jednoho celého kyvu bývá 12 s a doba trvání celé zkoušky je 10 minut.

4 Spolehlivost spínacích přístrojů

4.1 Definice spolehlivosti, základní pojmy

Se vznikajícími požadavky na správný a bezpečný pracovní život výrobků byla a je potřeba dokázat tuto spolehlivost...

Spolehlivost je možné charakterizovat jako soubor komplexních vlastností objektu zajišťujících jeho správnou činnost, bezporuchovost, bezpečnost, životnost, skladovatelnost při zachování hodnot provozních ukazatelů v daných mezích a v čase podle stanovených technických podmínek.

Základní pojmy:

Spolehlivost – podle stanovených technických podmínek plní výrobek požadovanou funkci při zachování provozních hodnot v daných mezích a čase.

Zvýše uvedené definice vyplývá nemožnost vyjádření spolehlivosti nějakou číselnou hodnotou. Proto jsou zaváděny tzv. ukazatele spolehlivosti (pravděpodobnost bezporuchového chodu, pravděpodobnost poruchy, intenzita poruch apod.). Jedná se o kvantitativní vyjádření jednotlivých vlastností, které je možné vyhodnocovat.

Abychom mohli spolehlivost posuzovat a vyvozovat z nabitých poznatků závěry, je důležité definovat i objekt či výrobek.

Objekt je možné si představit jako předmět stanoveného určení, uvažovaný z pohledu zamýšleného poslání, jehož spolehlivost se studuje nebo zkouší. Objekty rozdělujeme na opravované a neopravované. V některé literatuře je možné nalézt pojmy obnovovaný a neobnovovaný objekt.

Z pohledu definic může být objekt výrobkem a naopak.

Pravděpodobnost – je vyjádřena zlomkem či procentem. Udává poměr součtu případů, v nichž lze očekávat nějakou událost k celkovému počtu případů.

Poruchovost – udává poměr selhání k celkovému počtu případů.

Vlastní spolehlivost – zahrnuje ty vlastnosti, které má výrobek v okamžiku předání výrobcem, jde tedy o ovlivnění výrobku konstrukcí a výrobou.

Provozní spolehlivost – činnost zařízení bude po určitou dobu a za daných provozních podmínek přiměřená účelu zařízení.

Doba – definuje časový interval, ve kterém je očekávána pravděpodobnost spolehlivé činnosti zařízení za provozu. Je to jeden z nejdůležitějších parametrů při posuzování spolehlivosti a je udáván v časových jednotkách. Např. počet provozních hodin.

Bezporuchovost – objekt je schopen plnit svou funkci nepřetržitě po určitou dobu a za určitých podmínek.

Udržovatelnost – objekt je způsobilý k předcházení poruch jeho údržbou.

Skladovatelnost – objekt zachová bezvadný stav po dobu jeho skladování či přepravy při dodržení předepsaných podmínek.

Životnost – je určena dobou provozních hodin, provozních cyklů, zatížení, počtem funkcí, kalendářní dobou – je určena v technické dokumentaci výrobku.

Porucha – je jev, který ukončí provozuschopný stav zařízení.

[1]

4.2 Ukazatele spolehlivosti

Spolehlivost objektu je tvořena jednou nebo několika vyčíslitelnými charakteristikami vlastností, tzn. ukazateli spolehlivosti. Pro členění ukazatelů spolehlivosti je také důležité rozdělení objektů.

Objekty dělíme:

- Opravitelné (obnovované)
- Neopravitelné (neobnovované)

Oprava je chápána jako přechod z poruchového do bezporuchového stavu. Neopravitelný objekt může být žárovka nebo objekt, který je na nepřístupném místě.

4.2.1 Ukazatele bezporuchovosti

Bezporuchovost je jedním z nejdůležitějších ukazatelů spolehlivosti výrobku, objektu, systému. Snížením či odstraněním poruch je docíleno zvýšení spolehlivosti. Tento způsob zvyšování spolehlivosti je označován jako předcházení poruchám. Předjít poruchám můžeme několika způsoby a to při návrhu, konstrukci i při samotném provozu.

Nejběžnější příčiny vzniku poruch technických zařízení jsou především:

- Procesy stárnutí, koroze, opotřebení – tedy nevratné děje dílčích poškození vedoucí k mezním stavům, další používání výrobků je nemožné. Stárnutí je proces, který není vyvolán provozním zatížením a který probíhá i u výrobku, který není v provozu. Opotřebení naopak záleží na provozních podmínkách v důsledku fyzikálních a chemických procesů.
- Výskyt špičkových zatížení – tedy náhodný výskyt krátkodobých přetížení, které způsobí u elektrotechnických zařízení např. zkrat, přerušení vodiče nebo u mechanických prvků vznik křehkého lomu (např. překročení meze skluzu).
- Vliv okolního prostředí – krátkodobá změna parametrů okolního prostředí mimo meze povolené, např. výrobcem, určitému objektu.
- Nestabilita zdrojů energie – krátkodobý pokles nebo výpadek napájecí energie (např. podpětí).
- Při provozu výrobku dojde k náhodnému krátkodobému porušení pravidel obsluhy a údržby.
- Nedostatky a chyby při projektování a konstrukci.
- Nedostatky a chyby při výrobě a montáži.

[22]

Poruchy jako takové je možné třídit podle řady hledisek:

- 1. Podle příčiny vzniku poruchy**
 - 1.1. Poruchy z vnějších příčin
 - 1.2. Poruchy z vnitřních příčin
- 2. Podle časového průběhu změn**
 - 2.1. Poruchy náhlé
 - 2.2. Poruchy postupující
 - 2.3. Poruchy občasné
- 3. Podle rozsahu poškození**
 - 3.1. Poruchy úplné
 - 3.2. Poruchy částečné
- 4. Podle původu**
 - 4.1. Konstrukční
 - 4.2. Technologické
 - 4.3. Provozní

[22]

4.2.1.1 Ukazatele bezporuchovosti neobnovovaných objektů

- Pravděpodobnost poruchy – k poruše objektu dojde v určitém čase.
- Pravděpodobnost bezporuchového stavu – v určitém čase nedojde k poruše výrobku.
- Hustota poruch – udává pravděpodobnost počtu poruch ve sledovaném objektu za velmi krátký časový úsek.
- Intenzita poruch – míra pravděpodobnosti poruchy objektu, který byl v čase t bez poruchy. Tento ukazatel je velmi často používán v provozní praxi.
- Střední doba bezporuchového provozu – střední hodnota provozní doby objektu bez poruchy.

[21]

4.2.1.2 Ukazatele bezporuchovosti obnovovaných objektů

- Intenzita poruch – ukazatel počítaný jako střední doba od výskytu jedné poruchy do další. Tato doba zahrnuje i opravu.
- Okamžitý součinitel pohotovosti – pravděpodobnost připravenosti objektu do provozuschopného stavu v určitém čase.
- Střední doba opravy – je udávána podílem doby opravy k celkovému počtu poruch.
- Střední frekvence oprav – střední počet oprav dostupné opravářské kapacity za určitý čas.
- Součinitel prostoje – udává pravděpodobnost nepřipravenosti objektu provozuschopnosti v určitém časovém úseku.

[21]

4.2.2 Ukazatele opravitelnosti

Objekt umožňuje zjišťovat příčiny vzniku jeho poruch a odstraňovat je opravou.

[22]

4.2.3 Ukazatele udržovatelnosti

Pravidelnou údržbou se předchází poruchám objektu.

[22]

4.2.4 Ukazatele životnosti

Objekt je schopen plnit požadované funkce až do dosažení mezního stavu při stanoveném systému předepsané údržby a oprav. Mezním stavem se rozumí stav, kdy musí být další použití objektu přerušeno. Tyto limity určuje technická dokumentace.

[22]

4.2.5 Ukazatele pohotovosti

Tento ukazatel zahrnuje soubor vlastností zajišťující bezporuchovost a opravitelnost za podmínek daných provozem.

[22]

4.2.6 Ukazatele skladovatelnosti

Objekt zachovává bezvadný stav, nepřetržitě, po dobu skladování a přepravy při dodržení předepsaných podmínek.

[22]

4.3 Parametry ovlivňující spolehlivost spínacích přístrojů

Spínací přístroje, vlastně všechna elektrická zařízení, jsou za celý svůj technický život (počínaje konstrukcí, výrobou až po vlastní pracovní nasazení) ovlivňován celou řadou různých činitelů, které v nich vyvolávají změny fyzikálního nebo chemického charakteru.

Tyto změny způsobují degradaci vlastností materiálů, funkčních stavů prvků, součástek a ovlivňují tak životnost a spolehlivost celého objektu nebo systému.

4.3.1 Stárnutí materiálů

- Nadměrné oteplení.
- Nadměrné ochlazení.
- Změna teploty.
- Namáhání vlhkostí.
- Fotochemické namáhání.
- Mikrobiální namáhání.
- Elektrické namáhání.

Tyto činitele je možné také rozdělovat na trvalé, přechodné, vratné.

[21]

4.3.2 Teplota vzduchu

Tyto změny jsou jedním z hlavních parametrů ovlivňující bezporuchovost elektrických zařízení. Kolísání teplot vzniká v důsledku změny teploty proudícího vzduchu, působením slunečního záření u venkovních zařízení, ale i samotným provozem objektu.

Obecně lze vliv teploty rozdělit:

- Vlivy vysokých teplot – mechanická deformace spojených materiálů vzniká z důvodu jejich rozdílné lineární roztažnosti. Tato deformace může nastat i v případě stejnorodého materiálu při různém ohřevu jednotlivých částí. Také může způsobit měknutí a tavení termoplastů, snižování elektrického odporu izolantů a jejich elektrické pevnosti. Z tohoto důvodu se jednotlivé izolátory zařazují do tříd, které určuje příslušná norma výrobku.
- Vlivy nízkých teplot – zapříčiňují tuhnutí mazacích prostředků, křehnutí materiálů, tzn. změny rozměrových, elektrických a mechanických vlastností.
- Vlivy zapříčiněné změnami teplot.

[21]

4.3.3 Vlhkost vzduchu

- Vysoká vlhkost – nepříznivé ovlivňování elektrických vlastností objektů. Voda pohlcená materiálem nepříznivě ovlivňuje jeho mechanické a elektrické vlastnosti. Např. snížení izolačního stavu, rozpouštění olejových látek vyvolává korozi kovů.
- Nízká vlhkost – vysychání izolantů způsobuje změnu jejich objemů, deformaci součástek a prvků z nich vyrobených.
- Změny vlhkosti vzduchu – těmito změnami může docházet ke hromadění vody v dutinách z důvodu srážlivosti vodních par a jejich postupnému hromadění v uzavřeném prostoru. Orosením dochází k urychlování koroze kovů.

[21]

4.3.4 Elektrické pole

Izolace elektrických zařízení je po celou dobu svého provozu vystavena vlivu elektrického pole. Je nutné rozdělit ovlivňování pole stejnosměrného a střídavého. Stejnosměrné pole nemá na provoz podstatný vliv, naproti tomu ve střídavém poli dochází k narušování izolací částečnými výboji, které vznikají v plynných dutinkách uvnitř izolace nebo na rozhraní dielektrik různé permitivity.

[21]

4.3.5 Agresivní prostředí

Chemicky agresivní prostředí obsahuje látky, které se vyskytují v plynné, kapalně nebo pevné formě. Elektrické vlastnosti jsou ovlivňovány např. solnou mlhou, sirovodíkem, organickými rozpouštědly, SF₆ apod.

[21]

4.3.6 Korozní vlivy

Působením prostředí probíhá znehodnocování kovových i nekovových materiálů. Hlavním faktorem způsobující korozi je elektrochemická reakce. Správnou volbou materiálu, protikorozní ochranou, volbou konstrukce je možné výrazně omezit účinky koroze.

[21]

4.3.7 Prach

Tento parametr může vyvolat znehodnocení mechanického i elektrického rázu. Mechanické poškození v důsledku působení prachu je např. rychlé opotřebení nebo přímo zadrhnutí pohyblivých částí objektů. Elektrické opotřebení je např. změna povrchového odporu izolátorů.

Prach je možné rozdělit na:

- Anorganický (přírodní) – např. písek.
- Organický – např. pyl, plísň, textilní prach.

[21]

4.3.8 Záření

Sluneční záření vlivem infračervené části slunečního spektra dokáže ohřát teplotu vzduchu až o 313,15 K (40 °C). To má za následek popraskání či křehnutí plastů.

[21]

4.3.9 Biologické vlivy

Nejčastěji na organické materiály působí plísň v prostředí obsahující vodu, bakterie. Tímto faktorem jsou výrobky zatěžovány během přepravy a zvláště při uskladnění. Skladištní prostory přímo předurčují k tvoření plísní (tma, výrobky v obalech, prostory bez proudění vzduchu). Materiály na bázi přírodních i syntetických pryskyřic jsou zdroji plísní z důvodu obsahu uhlíku.

[21]

4.3.10 Mechanické namáhání

Mechanické namáhání je projevem vibrací, otřesů, úderů. Výrobky jsou těmito četným vlivům vystaveny při transportu i při provozu. Působením těchto vlivů dochází ke ztrátám kontaktních spojení, deformaci součástí a také ke změně nastavených hodnot u výrobků s mechanickou regulací apod.

[21]

4.4 Zkoušky spolehlivosti

Pro zjištění a kontrolu jednotlivých ukazatelů slouží zkoušky spolehlivosti. Teorie pravděpodobnosti a matematická statistika jsou základem těchto zkoušek.

Základní dělení zkoušek z pohledu praxe může být následující:

- 1. Laboratorní.**
 - 1.1. Dlouhodobé.
 - 1.2. Zrychlené zatížením.
 - 1.2.1. Konstantním.
 - 1.2.2. Stupňovitým.
 - 1.2.3. Postupným.
 - 1.3. Zkrácené.
- 2. Třídící.**
- 3. Provozní.**

Rozdělení zkoušek spolehlivosti není absolutní, je možné je dělit podle způsobu zatěžování, podle zjišťovaných vlastností, podle prostředí ve kterém se zkoušky uskutečňují apod.

V odborných publikacích, technických normách a učebnicích je tedy možné se setkat s jiným rozdělením, než které je popsáno v této bakalářské práci.

Nejběžněji zkoušeným ukazatelem je bezporuchovost. Zkoušky skladovatelnosti, životnosti nebo opravitelnosti jsou založeny na principech zkoušek bezporuchovosti. Určující zkoušky zjišťují skutečné hodnoty požadovaných ukazatelů spolehlivosti objektů. Nejčastějšími ukazateli jsou střední doba do poruchy, střední doba mezi poruchami, intenzita poruch. Kontrolní zkoušky slouží k ověřování hodnot ukazatelů spolehlivosti výrobků, zda vyhovují požadavkům či nikoliv. Postupné zkoušky spolehlivosti slouží ke zkoušení výrobků v provozu, který je podobný provozu u odběratele. V případě poruchy je porucha vyhodnocena, odstraněna a ve zkoušce se pokračuje. Počet poruch během zkoušky určuje přijetí nebo zamítnutí zkoušených objektů.

Další rozdělení zkoušek může být podle hledisek:

- 1. podle cílů, které se zkouškami sledují**
 - 1.1. Určující.
 - 1.1.1. Zkoušky ukončené určitým počtem poruch.
 - 1.1.2. Zkoušky ukončené po určité stanovené provozní době.
 - 1.1.3. Zkoušky s opravami vadných výrobků.
 - 1.1.3.1. Navrácení do zkušebního procesu.
 - 1.1.3.2. Záměna za nové, bezvadné, výrobky.
 - 1.1.4. Zkoušky vyřazující vadné výrobky (bez záměny).
 - 1.1.4.1. Zkouška ukončená poruchou s opravou nebo záměnou porušených výrobků.
 - 1.1.4.2. Zkouška ukončená poruchou bez opravy nebo záměny porušených výrobků.
 - 1.2. Kontrolní (ověřovací).
 - 1.2.1. Postupná zkouška spolehlivosti.
 - 1.2.2. Zkouška trvající určenou dobu.
 - 1.2.3. Zkouška trvající do určitého počtu poruch.

2. Podle doby trvání.

- 2.1. Dlouhodobé.
- 2.2. Zkrácené.
- 2.3. Zrychlené.

3. Podle místa realizace.

- 3.1. Laboratorní.
- 3.2. Provozní.
- 3.3. Třídící.

Zkoušky spolehlivosti jsou velmi rozsáhlou, ekonomicky náročnou činností. Plánování a vyhodnocování zkoušek vyžaduje značné odborné znalosti. Je tedy zvykem zařazovat zkoušky do procesu jiných zkoušek nebo je slučovat s jinými zkouškami z důvodu snížení nákladů s nimi spojených.

Zkoušky spolehlivosti mohou být tedy součástí zkoušek předběžných, typových, předávacích, vývojových.

[21]

5 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se snažil poskytnout ucelený pohled na zkoušky spínacích přístrojů a poukázat na složitosti tohoto specifického oboru, jeho provázání se zákony, nařízeními a normami mezinárodními, evropskými i národními, jejichž znalost je velmi důležitá jak před samotnými zkouškami, tak i přímo při vlastních zkouškách.

Každý výrobek, a tedy i jakýkoli spínací prvek, má svou normu, která přesně určuje, jak mají být zkoušky prováděny, nebo odkazuje na normu, která zkoušky přímo definuje. Rozdělení zkoušek není v žádném případě absolutní a záleží vždy na výrobcí nebo jiném orgánu, do jakých skupin zkoušky rozdělí. Vždy záleží, čeho chce dosáhnout, jaký parametr sleduje a tomuto cíli podřídí skladbu zkoušek. Všeobecně je možné zkoušky rozdělit na mechanické, elektrické, tepelné a životnosti.

V dnešní době je na trhu řada odborných firem, které se zabývají zkoušením přístrojů a jsou schopny vyhotovit zkoušky takřka na klíč pro jakýkoli účel. Pro představu uvádím firmu VTÚPV Vyškov a Elektrotechnický zkušební ústav Praha.

Podobně je tomu i u spolehlivosti spínacích přístrojů. Parametrů, které ovlivňují spolehlivost, je celá řada a absolutní dělení se také nedá jednoznačně určit. Při psaní této práce jsem se setkal s celou řadou rozdělení, která se v různých literárních pramenech lišila. Parametry můžeme rozdělit např. podle možnosti opravy, podle možnosti výskytu poruchy, podle skladovatelnosti apod. Opět záleží na tom, jaký parametr je důležitý a tomuto cíli podrobit rozsah a skladbu zkoušek.

Literatura

- [1] Bárta, K. - Vostracký, Z. a kol.: *Spínací přístroje velmi vysokého napětí*. 1. vyd. Praha: SNTL 1983, 448 s. ISBN 04-525-83.
- [2] Dembovský, L. - Němeček, F.: *Elektroenergetika*. 1. vyd. Praha: SNTL 1972, 396 s. ISBN 04-514-72.
- [3] Dvořáček, J. - Jarolím, K. - Růžička, F.: *Užití elektrické energie*. 2. vyd. Praha: SNTL 1964, 304 s. ISBN 04-556-64.
- [4] Havelka, O. a kol.: *Elektrické přístroje*. 1. vyd. Praha: SNTL 1985, 440 s. ISBN 04-529-85.
- [5] Jareš, J.: *Požadavky na elektrotechnické výrobky při jejich uvádění na trh*. 2. vyd. Praha: IN-EL 2002, 62 s. ISBN 80-86230-27-9.
- [6] Kříž, M.: *Příručka pro zkoušky elektrotechniků – požadavky na základní odbornou způsobilost*. 3. vyd. Praha: IN-EL 2004, 223 s. ISBN 80-86230-32-5.
- [7] Veverka, A.: *Technika vysokých napětí*. 2. vyd. Praha: SNTL 1978, 296 s. ISBN 04-512-78.
- [8] Vlček, J.: *Bezpečnost elektrických zařízení – příručka pro konstruktéry*. 1. vyd. Praha: BEN 2007, 112 s. ISBN 978-80-7300-222-0.
- [9] ČSN IEC 60-1 (34 5640): 1994, *Technika zkoušek vysokým napětím – Část 1: Obecné definice a požadavky na zkoušky* (UNMZ).
- [10] ČSN EN 60529 (33 0330): 1993, *Stupně ochrany krytem*, (UNMZ).
- [11] ČSN EN 60694 (35 4205): 2000, *Společná ustanovení pro vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení* (UNMZ).
- [12] ČSN EN 60947-1 ed.4 (35 4101): 2008, *Spínací a řídicí přístroje NN – Část 1: Všeobecná ustanovení* (UNMZ).
- [13] ČSN EN 60947-3 ed.2 (35 4101): 2000, *Spínací a řídicí přístroje NN – část 3: Spínače, odpojovače, odpínače a pojistkové kombinace* (UNMZ).
- [14] ČSN EN 60947-4-1 ed.3 (35 4101): 2010, *Spínací a řídicí přístroje NN – část 4-1: Stykače a spouštěče motorů – Elektromechanické stykače a spouštěče motorů* (UNMZ).
- [15] ČSN EN 62271-1 (35 4205): 2009, *Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Část 1: Společná ustanovení* (UNMZ).
- [16] ČSN EN ISO/IEC 17050-1 (01 5259): 2011, *Posuzování shody – Prohlášení dodavatele o shodě – Část 1: Všeobecné požadavky*, (UNMZ).
- [17] Zákon č. 22/1997 Sb. *o technických požadavcích na výrobky*. 1997. Praha, v platném znění.
- [18] Zákon č. 102/2001 Sb. *o obecné bezpečnosti výrobků*. 2001. Praha, v platném znění.
- [19] Nařízení vlády č. 291/2000 Sb., *kterým se stanoví grafická podoba označení CE*. 2000. Praha, v platném znění.
- [20] Mach, V.: *Technika vysokého napětí*. 2. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava 2006, 114 s. ISBN 80-248-1161-8.
- [21] Polsterová, H.: *Spolehlivost v elektrotechnice*. Brno: Vysoké učení technické .
- [22] Vdoleček, F.: *Spolehlivost a technická diagnostika*. Brno: Vysoké učení technické 2002.